

Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
Direktor Prof. Dr. med. A. Schrader

EEG-UNTERSUCHUNGEN
ZUR FRAGE DES VIGILANZVERHALTENS
NACH HYPERVENTILATION

vorgelegt
von
Nikolaos Bachlitzanakis
1983



Aus der Neurologischen Klinik der Universität München
Direktor Prof. Dr. med. A. Schrader

**EEG-UNTERSUCHUNGEN ZUR FRAGE DES VIGILANZVERHALTENS
NACH HYPERVENTILATION**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Nikolaos Bachlitzanakis
1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:

Prof. Dr. med. A. Schrader

Mitberichterstatter:

Dekan:

Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung:

28.6.1983

1. Einleitung

2. Aufgabenstellung
a) Zielsetzung
b) Vorgehen

3. Ergebnisse
a) Familie A
b) Familie B
c) Familie C
d) Familie D
e) Familie E
f) Familie F

4. Zusammenfassung

5. Literaturverzeichnis

6. Anhang



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Material und Methode
 - 2.1 Material
 - 2.2 Methode
3. Ergebnisse
 - 3.1 Tabelle 1 a
 - 3.1.1 Tabelle 1 b
 - 3.2 Tabelle 2 a
 - 3.2.1 Tabelle 2 b
 - 3.3 Tabelle 3 a
 - 3.3.1 Tabelle 3 b
4. Diskussion
5. Zusammenfassung
6. Literaturverzeichnis

1. Einleitung

Der rasche Fortschritt der Technologie in den letzten zwanzig Jahren hatte auch die Entwicklung empfindlicher Geräte in der Medizin zur Folge, die die diagnostischen Methoden erweitert haben und heutzutage eine enorme Hilfe zur Diagnose der Ursachen von verschiedensten Erkrankungen bieten.

Eine der wichtigsten dieser Methoden ist die Elektroenzephalographie, die in der Neurologie, Neurochirurgie und in bestimmten Fragestellungen der Inneren Medizin sowie in der Pädiatrie von großer Wichtigkeit ist. In allen neurologischen Kliniken aber auch in der neurologischen Praxis ist das Elektroenzephalogramm zur Routineuntersuchung geworden. Sie dient durch die Ableitung von Hirnstromwellen von der Kopfhaut zur Erfassung herdförmiger oder diffuser zerebraler Funktionsstörungen und einer erhöhten zerebralen Krampfbereitschaft. Ihre größte Bedeutung hat die Elektroenzephalographie in der Diagnose und Therapie der Epilepsie erlangt.

Der Anfang der Elektroenzephalographie liegt mehr als hundert Jahre zurück. Zum ersten Mal im Jahre 1875 hatte R.CATON in London Hirnstromwellen von Säugetieren abgeleitet. Fünfzig Jahre später (1924) konnte H.BERGER zum ersten Mal auch beim Menschen Hirnströme registrieren. In den Jahren 1932-35 gelang es TÖNNIES die Entwicklung des Tintenschreibergerätes zur Direktaufschreibung von EEG-Kurven. Damit war der Weg gebahnt für die Aufnahme der Elektroenzephalographie in die klinische Routinediagnostik. Als erster beschrieb KORNMÜLLER (1932) die Unterschiede in der Hirn-



stromwellenbildung über den verschiedenen Hirnarealen und erkannte die Bedeutung der "Krampfstromentladungen" für die Diagnose der Epilepsie. Auf den "Focus" als Herdsymptom im EEG bei Hirntumoren machte G.WALTER (1936) aufmerksam. Einen weiteren wichtigen Fortschritt in der Entwicklung der Elektroenzephalographie machte GIBBS (1934), als er die Hyperventilation als Aktivationsmethode in die EEG-Diagnostik einführte. Die Hyperventilation hat sich seitdem als Provokationsmethode im Rahmen der elektroenzephalographischen Untersuchung bewährt.

In der Elektroenzephalographie unterscheidet man die folgenden Frequenzbereiche, die man mit griechischen Buchstaben belegt hat:

β -Wellen = 14-30/sec

α -Wellen = 8-13/sec

θ - oder Zwischenwellen = 4- 7/sec

δ -Wellen = 0,5-3/sec

Die β -Aktivität wird im wesentlichen über dem Frontallappen, theta-Wellen über dem Temporallappen und die α -Aktivität über dem Parietal- und Occipitallappen registriert. Am Übergang von α - zu β -Wellenfrequenzen sind die Grenzen fließend. Beim Augenöffnen wird der α -Rhythmus blockiert, beim Lidschluß aktiviert (on-off-Effekt). Bei geöffneten Augen flacht das Kurvenbild ab, es treten kleinere, schnellere und unregelmäßigere Wellen auf.

EEG-Ableitungen sind sehr störanfällig für von außen kommende Schwankungen. Um Fehlableitungen zu vermeiden, muß man sie bei der Auswertung der EEG-Kurven erkennen. Außerdem muß man, um eine möglichst fehlerarme Ableitung erreichen zu können, den Patienten aufklären, sich während der Ableitung ruhig zu verhalten.

So kann man nach individueller Möglichkeit Bewegungsstörungen wie Kopf-, Rumpf-, Extremitäten-, Kau- und Schluckbewegungen reduzieren. Störungen, die vom Patienten nicht beeinflußt werden können, sind:

Augen- und Lidbewegungen
Pulsationen von Gefäßen
Verkrampfung der Muskulatur
Schwitzen

Von Seiten der Technik können Störungen von den Elektroden, vom Lichtnetz und von dem ableitenden Gerät kommen.

Bei der ersten EEG-Ableitung (es wird von einer Person zum ersten Mal abgeleitet) wirken die Patienten oft ängstlich und mehr oder weniger verspannt. Dieses Gefühl soll man mit aufklärenden Gesprächen zu nehmen versuchen, was aber nicht immer gelingt. Es gibt deshalb Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Ableitung, wo der Patient diese "Hemmungen" mehr oder weniger verliert.

Es ist deshalb interessant, diese Unterschiede bei ein und derselben Person bei zwei verschiedenen Ableitungen zu untersuchen. Diese Unterschiede sind auch während der Hyperventilation deutlich, und es ist auch von großem Interesse, diese Hyperventilationsabweichungen etwas eingehender zu beobachten.

2. Material und Methode

2.1. Material

Die EEG-Ableitungen wurden unter klinischen Routinebedingungen an gesunden weiblichen und männlichen Versuchspersonen im Alter zwischen 20 und 45 Jahren durchgeführt, bei denen anamnestisch keine Stoffwechselkrankheit, keine entzündliche Erkrankung des Zentralnervensystems oder überhaupt eine andere Krankheit bestand. Eine chronische Einnahme von Medikamenten oder sonst eine Sucht wurde glaubhaft abgelehnt.

Nur eine Versuchsperson war älter als 40 Jahre, während die Mehrzahl zwischen 20 und 33 Jahren alt war. Das Durchschnittsalter betrug 32,5 Jahre.

2.2. Methode

Zur Ableitung der Hirnstromwellen von der Kopfschwarte wurden Pilz-Elektroden mit Silberlegierungen überzogen verwendet, die unter Gummibänder (Haube) festgeklemmt wurden. Es wurden 21-Elektroden benutzt, die über die Kopfhaut, nach dem internationalen 10-20 System, folgendermaßen angelegt wurden:

Von vier Standardpunkten des Kopfes

- Nasion - Inion -

- präaurikulärer Punkt rechts und links -

ausgehend, wird der Kopfumfang in gleichen Abständen

markiert, so daß sich folgende Quer- und Längsreihen ergeben:

Querreihen: F7 - F3 - Fz - F4 - F8
T3 - C3 - Cz - C4 - T4
T5 - P3 - Pz - P4 - T6

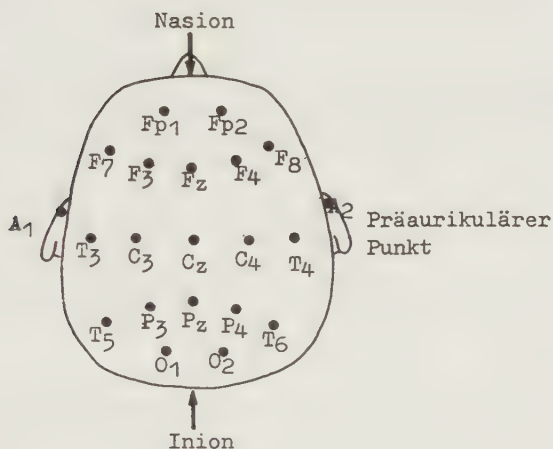


Abb.: Die Elektrodenanordnung beim 10-20 System.

Längsreihen:

1. Linke Längsreihe: Fp1 - F3 - C3 - P3 - O1
2. Rechte Längsreihe: Fp2 - F4 - C4 - P4 - O2
3. Gemeinsame Längsreihe in der Mitte: Fz - Cz - Pz
4. Äußere Längsreihe (Kopfumfang):
Fp1 - F7 - T3 - T5 - O1 - O2 - T6 - T4 - F8 - Fp2

Es wurden zusätzlich zwei Ohrelektroden verwendet.

Bei der Anbringung der Elektroden müssen, um Fehlableitungen zu vermeiden, folgende wichtige Punkte beachtet werden:

Da bei EEG-Ableitungen die rechte und die linke Seite verglichen werden, müssen die Elektroden auf beiden Seiten annähernd symmetrisch gesetzt werden, sonst können Seitendifferenzen vorgetäuscht werden.

Wenn die Elektroden zu dicht zueinander gesetzt werden, kann eine Amplitudenverminderung vorgetäuscht werden.

Der Elektrodenkopf ist mit Flanell bezogen und die Elektroden selbst werden in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Dadurch können Polarisationsströme eliminiert werden.

Wichtig ist auch die Vorbereitung der Kopfhaut vor der Ableitung. Sie wurde vor allem an den Auflagepunkten der Elektroden mit Aceton abgerieben. Damit erreicht man, den Übergangswiderstand zwischen Elektrode und Kopfhaut möglichst gering zu halten. Dieses ist die üblichste Vorbereitung der Elektroden und der Kopfhaut im Routinebetrieb der EEG-Labors. Die Widerstände liegen dann bei 30-40K Ω , die Güte der Ableitungen wird nicht wesentlich beeinträchtigt.

Es muß auch darauf geachtet werden, daß die Übergangswiderstände bei allen Elektroden etwa gleich hoch sind, da bei größeren Unterschieden zwischen zwei an einem Kanal angeschlossenen Elektroden Wechselströme entstehen.

Es muß auch unbedingt vermieden werden, daß zwischen den Elektroden Kochsalzlösung abtropft. Dadurch könnte eine direkte Leitung zustande kommen, die eine Minderung des Potentialgefälles zwischen diesen Elektroden vortäuschen kann. Die Ableitungen wurden alle zwischen 16 und 20 Uhr, in einem zur Routineuntersuchung üblichen EEG-Labor, durchgeführt. Von jeder Versuchsperson wurde in einem zeitlichen Abstand von 8-15 Tagen zweimal abgeleitet. Vor jeder Ableitung wurde der Untersuchungsraum abgedunkelt.

Die Versuchspersonen wurden aufgefordert, sich auf einen Untersuchungsstuhl zu legen, möglichst zu entspannen und sich ruhig zu verhalten. Dann wurde die Kopfhaut mit Aceton gereinigt und die Elektroden mit einer Gummihaube, gemäß dem internationalen 10-20 System, in gleichen Abständen über die Konvexität des Kopfes befestigt. Nach dem Abschluß dieser Vorbereitung wurden die Versuchspersonen erneut aufgefordert, die Augen zu schließen, während der gesamten Ableitung geschlossen zu halten und nur bei Aufforderung zu öffnen.

Die Verbindung der Elektroden zu den Ableiteschnüren ging über Bananenstecker. Das handelsübliche Gerät, ein Tintenschreiber, wurde anschließend eingeschaltet und über eine Minute lang geeicht. Von 16 beweglichen Düsen wurde

Tinte auf das darunter vorbeigelaufene Registrierpapier gespritzt. Es stand also ein 16-kanäliges Gerät zur Verfügung.

Nach der Eichung des Gerätes wurden die Versuchspersonen darauf aufmerksam gemacht, daß die Ableitung jetzt beginnt, sie haben sich ruhig und entspannt zu verhalten.

Jede EEG-Ableitung dauerte zwanzig Minuten. Während der Ableitung ist die Versuchsperson beobachtet worden, um etwa Bewegungen oder Zittern der Extremitäten zu beobachten. Am Kurvenverlauf sind bei einigen Ableitungen Störungen (schlecht sitzende Elektrode, abtropfende Kochsalzlösung, Schwitzen) erkannt und bei kurzer Unterbrechung der Ableitung eliminiert worden.

Bei geöffneten Augen wurde über eine Minute abgeleitet. Die Versuchsperson wurde aufgefordert, die Augen zu öffnen und dann wieder zu schließen (on-off-Effekt).

Unter Hyperventilation wurde drei Minuten lang abgeleitet. Es erfolgte erneut eine Aufforderung der Versuchsperson tief ein- und auszuatmen. Nach Beendigung der Hyperventilation wurde wieder unter Ausgangsbedingungen abgeleitet. Nach einigen Minuten wurde die Ableitung abgeschlossen und die Versuchsperson von der Gummihaube und den Elektroden befreit. Das Gerät wurde wieder geeicht und für die nächste Ableitung bereitgestellt.

Die abgegriffene Potentiale wurden mittels Transistoren im Gerät sowohl in Spannung wie Stromstärke verstärkt. Fünfzig mV entsprechen einer Auslenkung der Kurve aus der Ruhelage von 5 - 7 mm. Durch Frequenzfilter können störende rasche Potentiale (Muskelentladungen) ausgeblendet werden. Durch Änderungen der Zeitkonstante können langsame Grundlinienschwankungen beseitigt werden.

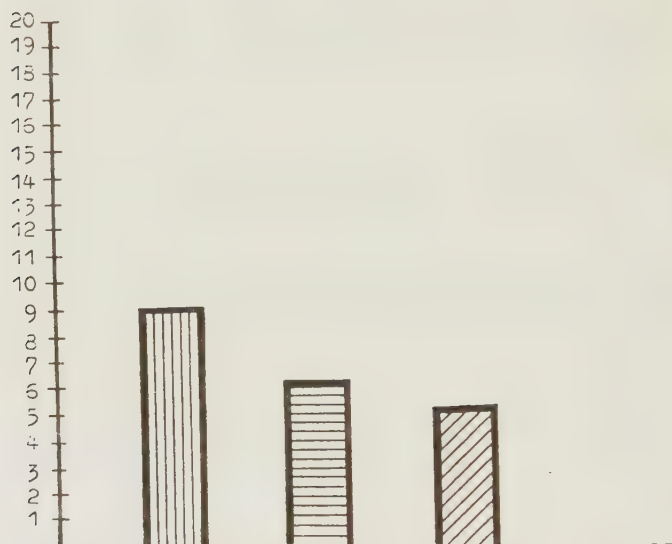
Zeitkonstante ist die Zeitspanne, in der ein Gleichstromimpuls nach Durchgang durch den Verstärker auf ca. ein Drittel des Ausgangswertes abgefallen ist.

Es wurde mit einem Filter von F70 und einer Zeitkonstante von 0,1 - 0,3 gearbeitet. Das Registrierpapier lief mit einer Geschwindigkeit von 30 mm/sec.

3. Ergebnisse

Versuchs-
personen

EEG 1



3.1. Tabelle 1a:

Schematische Darstellung des Entspannungsgrades von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der ersten EEG-Ableitung.



Gute Entspannung



Ausreichende Entspannung

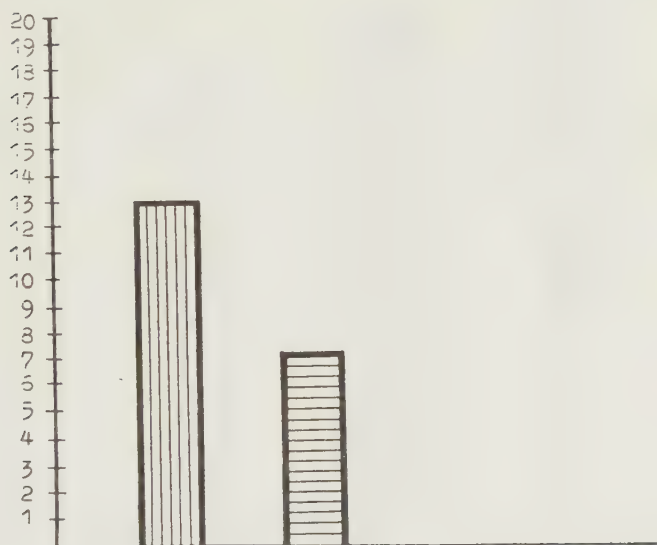


Mangelhafte Entspannung

Stärkere Artefaktstörungen
kamen nicht vor

Versuchs-
personen

EEG 2



3.1.1. Tabelle 1b: Schematische Darstellung des Entspannungsgrades von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der zweiten EEG-Ableitung.



Gute Entspannung

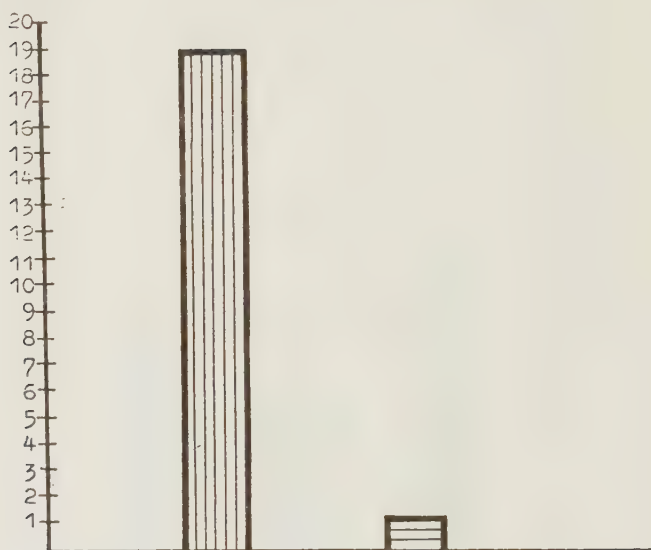


Ausreichende Entspannung

Mangelhafte Entspannung und
stärkere Artefaktstörungen
kamen nicht vor

Versuchs-
personen

EEG 1



3.2. Tabelle 2a:

Schematische Darstellung des Hyperventilationsgrades von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der ersten EEG-Ableitung.



Kaum Zeichen der Hyperventilation

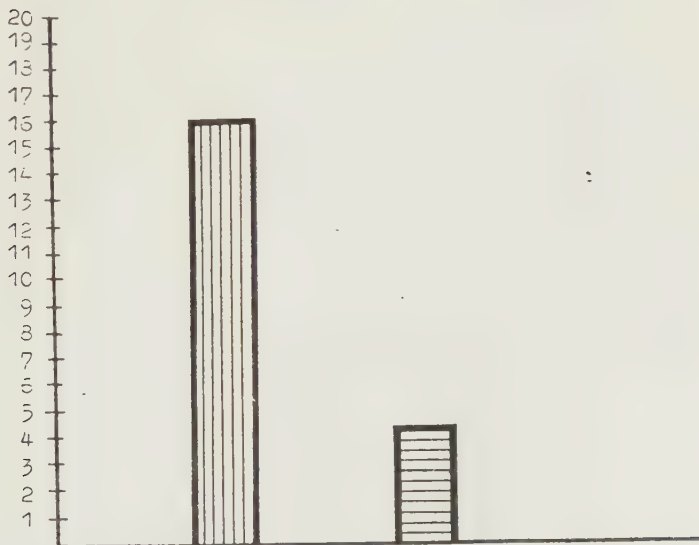


Wenige Zeichen der Hyperventilation

Deutliche Zeichen der Hyperventilation kamen nicht vor.

Versuchs-
personen

EEG 2



3.2.1. Tabelle 2b: Schematische Darstellung des Hyperventilationsgrades von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der zweiten EEG-Ableitung.



Kaum Zeichen der Hyperventilation

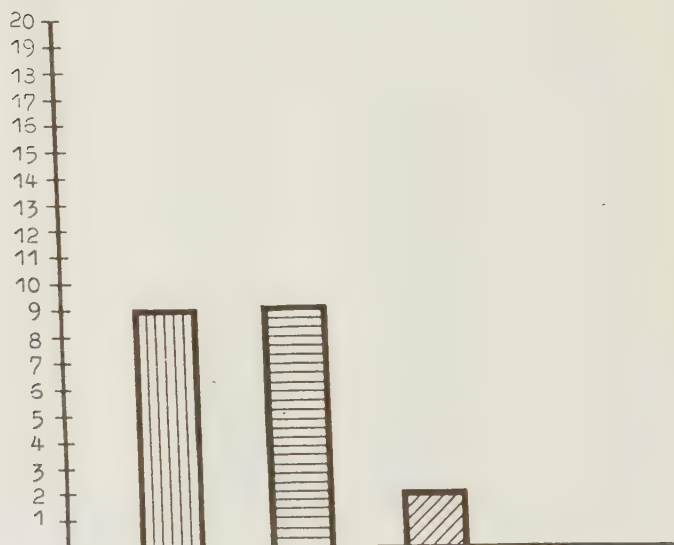


Wenige Zeichen der Hyperventilation

Deutliche Zeichen der Hyperventilation kamen nicht vor.

Versuchs-
personen

EEG 1



3.3. Tabelle 3a: Schematische Darstellung des Vigilanzwechsels von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der ersten EEG-Ableitung.



Weniger - kaum Vigilanzwechsel



Flüchtiger Vigilanzwechsel



Deutlicher Vigilanzwechsel

Einschlaf / Schlafstadien
kamen nicht vor.

Versuchs-
personen

EEG 2



3.3.1. Tabelle 3b: Schematische Darstellung des Vigilanzwechsels von zwanzig gesunden Versuchspersonen bei der zweiten EEG-Ableitung.



Weniger - kaum Vigilanzwechsel



Flüchtiger Vigilanzwechsel



Deutlicher Vigilanzwechsel



Einschlaf / Schlafstadien

4. Diskussion

Die Elektroenzephalographie ist eine schmerz- und gefahrlose Untersuchungsmethode, die den Patienten nicht belastet und beliebig häufig wiederholt werden kann.

Voraussetzung für eine artefaktfreie Ableitung ist eine möglichst große Entspannung des Patienten. Die meisten der Patienten, die zum ersten Mal mit der elektroenzephalographischen Untersuchung in Kontakt kommen, bringen unbestimmte Bedenken mit und sind oft ängstlich. Dies wurde bei den vorgenommenen Untersuchungen immer wieder festgestellt. Die Versuchspersonen verhielten sich bei der ersten Ableitung gewissermaßen zurückhaltend und nicht ganz überzeugt davon, daß es sich um eine völlig schmerzlose und nachwirkungsfreie Untersuchungsmethode handelt. Der Ableiter hat die wichtige Aufgabe des Aufklärens zu erfüllen, um einen spannungsarmen bis spannungslosen Zustand des Patienten während der Ableitung zu erreichen. Gesunde Personen entspannen sich leichter als Kranke, die zusätzlich mit dem Gedanken des Krankseins und mit der Erwartung des Ausgangs der Untersuchung belastet werden, so daß sie ängstlicher und verspannter wirken.

Die Elektroenzephalographie ist eine diagnostische Methode, die ausdrücklich keine nachträglichen Wirkungen auf den Organismus hinterlassen kann, so daß sie ohne jedes Bedenken so oft wiederholt werden kann, wie es nötig ist. Der Unterschied zwischen ihr und anderen neurologischen Untersuchungen liegt gerade in ihrer absoluten Ungefährlichkeit. Der Patient wird in keiner Weise belastet.

Die Aufgabe dieser Arbeit war, bei jeder Versuchsperson zwei zeitlich auseinanderliegende, verschiedene EEG-Ableitungen zu vergleichen, um zu beobachten, inwieweit die Versuchspersonen beim zweiten Mal entspannter wirkten, also die "Hemmungen" und "Ängste" verloren haben, was von der Güte

der EEG-Kurven zu beurteilen war.

Ferner sollten die Ableitungen unter der Hyperventilation verglichen werden, um die Güte der Hyperventilation beim zweiten Mal beurteilen zu können.

Es können nicht alle gleichmäßig und tief genug hyperventilieren und es gibt Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten EEG-Ableitung, wo die Versuchsperson mit der Untersuchung vertrauter geworden ist.

Es wurde beobachtet, daß die Versuchspersonen während der Ableitung für eine kurze Weile schläfrig wurden, so daß einige Schlafwellen aufgetreten sind. Dies geschah vor allem kurz nach der Hyperventilation. Es ist daraus zu schließen, daß nach der Hyperventilation Ermüdungserscheinungen auftreten.

Durch die forcierte und vertiefte Ausatmung wird vermehrt Kohlendioxyd "abgeraucht", der pH-Wert verschiebt sich zur alkalischen Seite, der Bikarbonatgehalt im Plasma wird herabgesetzt. Da Kohlendioxyd die Hirngefäße erweitert, führt die Herabsetzung des Bikarbonats im Plasma zu einer Engerstellung der Hirngefäße. Die Hypokapnie und Alkalose erniedrigen die Erregbarkeitsschwelle der zentralen Neuronenverbände. Es ist weiter bewiesen worden, daß die Hyperventilationsveränderungen im EEG vom Blutzuckerspiegel und vom Alter abhängig sind. Diese sind bei niedrigem Blutzuckergehalt stärker ausgeprägt. Bei Kindern treten die Veränderungen stärker hervor, mit zunehmendem Alter werden sie geringer. Der Erwachsene zeigt nur eine flüchtige Verlangsamung. Große Bedeutung hat diese Provokationsmethode in der Diagnose der Epilepsie erlangt. Bei Epilepsiekranken sind die Hyperventilationsveränderungen deutlich häufiger und stärker ausgeprägt. Diagnostisch sicher verwertbar für eine Epilepsie sind nur "Krampfpotentiale", die unter der Mehratmungsbelastung auftreten.

Bei unseren Untersuchungen trat öfters nach der Hyperventilation ein Vigilanzwechsel auf. Es kamen in einigen Fällen Schlafstadien vor, woraus zu schließen ist, daß die Versuchspersonen nach der Hyperventilation etwas müde wurden.

Der Schlaf gehört zu den Provokationsmethoden des Elektroenzephalogramms, bei unseren Untersuchungen wurde er nicht provoziert, die in vielen Fällen zu beobachtende Schläfrigkeit trat spontan ein.

Nach GIBBS und GIBBS ist eine EEG-Untersuchung ohne Schlaf nicht vollständig und jede EEG-Ableitung sollte eine Schlafperiode enthalten, weil bei zahlreichen pathologischen Zuständen EEG-Befunde hervortreten. Bei Anfallskranken werden im Schlaf etwa doppelt so häufig "Krampfpotentiale" als im Wach-EEG gefunden. Eine Ausnahme machen die "Krampfwellen" bei Petit-Mal, die im Schlaf nicht häufiger als im Wachzustand zu finden sind.

Es hat sich gezeigt, daß der medikamentös provozierte Schlaf, was die epileptischen Phänomene während der Provokation angeht, dem natürlichen Schlaf gleichzusetzen ist. Aus diesem Grund und wegen der leichteren Herbeiführung im Labor wird er heute bevorzugt. Für die Aktivierung von "Krampfpotentialen" genügt in der Mehrzahl das Eintreten leichter Schlafstadien. Im Schlaf finden sich bei Anfallskranken insgesamt in etwa 80 - 90 % der Fälle fokale oder allgemeine EEG-Veränderungen. Die Ableitung im Schlaf ist deshalb eine wichtige diagnostische Methode speziell bei der Epilepsie. Sie hat sich bei der Untersuchung krampfkranker Kinder ebenfalls bewährt.

Die Aufgabe unserer Arbeit war, die Fähigkeit von gesunden Personen sich während der EEG-Ableitung zu entspannen, zu untersuchen und inwieweit diese Fähigkeit bei einer zweiten Ableitung zunehmen kann. Weiter wollten wir untersuchen, inwieweit diese Personen imstande waren, die Hyperventilation richtig durchzuführen. Und drittens hofften wir anhand eines eventuell auftretenden Vigilanzwechsels, den Entspannungsgrad beurteilen zu können. Die Beurteilung der Ableitungen erfolgte also nach drei Gesichtspunkten: 1. nach der Entspannung, 2. nach der Hyperventilation, 3. nach dem Vigilanzwechsel.

Bei der Auswertung der EEG-Kurven haben wir die Ergebnisse der Entspannung folgendermaßen geordnet: gut, ausreichend, mangelhaft, stärkere Artefaktstörungen. Die Auswertung der Kurven der ersten Ableitung ergab 9 Fälle mit guter, 6 mit ausreichender und 5 mit mangelhafter Entspannung. Die Ergebnisse der zweiten Ableitung waren mit 13 Fällen guter und 7 Fällen ausreichender Entspannung deutlich besser als die der ersten. Es zeigte sich also, daß die Entspannung während der zweiten Ableitung größer war, es kam kein Fall mangelhafter Entspannung mehr vor. Dies bedeutet, daß die Versuchspersonen bei der zweiten Ableitung ihre Ängste des ersten Kontaktes mit der unbekannten Methode verloren und so entspannter reagieren konnten, was die Zahl der guten Entspannungsfälle ansteigen ließ.

Das Verhalten der Versuchspersonen während der Hyperventilation konnte nicht überzeugen. Bei der ersten Ableitung kamen 19 Fälle vor mit kaum welchen Zeichen der Hyperventilation und nur bei einem Fall waren wenige Zeichen zu registrieren. Beim zweiten Mal ist die Zahl der ersten Gruppe auf 16

zurückgefallen und die der zweiten Gruppe auf 4 leicht gestiegen. Es ist weder bei der ersten noch bei der zweiten Ableitung ein Fall mit deutlichen Zeichen der Hyperventilation vorgekommen. Hier wurde die Schwierigkeit der Versuchspersonen deutlich, sich mit der Technik der Hyperventilation vertraut zu machen, um sie schließlich auch korrekt durchführen zu können. Andere Arbeiten sind auch zu ähnlichen Ergebnissen gekommen, so daß bis heute allgemein die Auffassung gilt, daß eine richtige Durchführung dieser Aktivationsmethode Schwierigkeiten bereitet.

Zum Schluß wollten wir noch der Frage nachgehen, ob bei unseren Versuchspersonen während der Ableitung und vor allem nach der Hyperventilation ein Vigilanzwechsel eintrat und nach dem Grad dieses Wechsels die Versuche einordnen, um eine Aussage über die Größe der Entspannung und über das Auftreten von Müdigkeitszeichen nach der Hyperventilation machen zu können. Der Vigilanzwechsel variierte von wenigen Zeichen über flüchtige und deutliche Zeichen von Schläfrigkeit bis zum Stadium des Einschlafens. Die EEG-Kurven der ersten Ableitung zeigten 9 Fälle mit wenigen Zeichen von Schläfrigkeit, 9 mit flüchtigen und nur 2 mit deutlichen Zeichen. Bei den Ableitungen des zweiten Males hatten wir eine Abnahme derjenigen Fälle mit wenigen Zeichen von Schläfrigkeit, so daß nur noch 3 Fälle vorkamen. Die mit flüchtigen Zeichen sind mit 8 Fällen fast gleichgeblieben, während die Gruppe mit deutlichen Zeichen mit 8 Fällen wesentlich zugenommen hat und schließlich ist nur einmal die Situation des Einschlafens vorgekommen. Die Beobachtung des Vigilanzwechsels läßt uns zu der Folgerung kommen, daß die Entspannung der Versuchspersonen, die hier an der in den meisten Fällen der zweiten Ableitung eingetretenen deut-

lichen Zunahme der Schläfrigkeitszeichen gefolgt werden konnte, mit der Zahl der Ableitungen sich deutlich verbesserte. Und da dieser Vigilanzwechsel in Form von Schläfrigkeit nach der Hyperventilation beobachtet wurde, sind wir zu der Annahme gekommen, daß die Hyperventilation einen gewissen Grad von Müdigkeit verursachen kann.

Aus den Beobachtungen der vorliegenden Arbeit ergeben sich folgende Überlegungen und Schlußfolgerungen: Die wichtigste Voraussetzung für eine artefaktfreie EEG-Ableitung, die Entspannung, nimmt mit der Zahl der Ableitungen zu. Mit jeder weiteren Ableitung entspannen sich die Patienten bzw. Versuchspersonen immer mehr, die anfänglichen Vorbehalte verschwinden, die Kurven verbessern sich deutlich. Der Patient gewinnt allmählich Vertrauen zu dieser völlig schmerz- und harmlosen diagnostischen Methode und kann bei einem wiederholten Mal mit seinem ruhigen Verhalten den Erfolg der EEG-Ableitung enorm bestimmen. Diese Tatsache konnte auch anhand des Vigilanzwechsels bestätigt werden. Beim zweiten Mal der Ableitungen steigerten sich die Müdigkeitszeichen in den meisten Kurven sehr deutlich und es wurde, wenn auch nur mit einer Ausnahme, das Einschlafstadium erreicht. Dies zeigt, daß unsere Versuchspersonen schon bei der nächsten wiederholten Ableitung sich so entspannt verhielten, daß bei den meisten Zeichen der Schläfrigkeit auftraten.

Andererseits konnten wir mit unseren Versuchen zu keinen guten Hyperventilationsergebnissen kommen. Die Schwierigkeit des richtigen Durchführens einer regelmäßigen und forcierten Ein- und Ausatmung konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht ausreichend bewältigt werden. Diese wichtige Aktivationsmethode bereitet noch große Probleme und es bedarf großer Geduld und Aufmerksamkeit von Seiten des Patienten, um zum Erfolg zu kommen, was bei unserer Arbeit wegen der kleinen Zahl der Versuchspersonen und der nur zweimaligen Ableitung nicht möglich war.

5. Zusammenfassung

Von 20 klinisch gesunden Versuchspersonen wurden innerhalb von 8 - 15 Tagen je zwei EEGs geschrieben. Das Durchschnittsalter betrug 32,5 Jahre (Streubreite 20 - 45 Jahre). Die Ergebnisse der Auswertung beim I. und II. EEG wurden verglichen.

Dabei wurden beim I. EEG 9 Befunde mit guter Entspannung, 6 mit ausreichender und 5 mit mangelhafter Entspannung gewertet. Beim II. EEG waren 13 Kurven mit guter und 7 mit ausreichender Entspannung ausgefallen. Es war kein Befund mit stärkeren Artefaktstörungen dabei. Bei der Hyperventilation zeigte keine Kurve weder beim I. noch beim II. EEG deutliche Zeichen der forcierten Atmung. Es wurde noch festgestellt, daß der Vigilanzwechsel beim II. EEG zugunsten einer flüchtigen bis deutlichen Schläfrigkeit verschoben wurde und einmal wurde sogar das Stadium des Einschlafens erreicht.

Es ist bekannt, daß die Güte der EEG-Ableitungen vom ruhigen Verhalten und von der Entspannung des Patienten abhängt. Dies ist aber nicht immer leicht zu erzielen, vor allem bei der allerersten Ableitung, da der Patient einige Ängste und Vorurteile mitbringt. Wie schnell diese abgebaut werden können, haben die Beobachtungen der vorliegenden Arbeit gezeigt, wonach der Entspannungsgrad bei der zweiten Ableitung sich deutlich steigerte und beim Vigilanzwechsel die Müdigkeitszeichen beim II. EEG zunahmen. Dieses Vigilanzverhalten zeigte sich vor allem nach der Hyperventilation. Für die Hyperventilation kam diese Arbeit zu keinem aussagefähigen Ergebnis.

Literatur:

1. COOPER R., J. W.OSSELTON, J. C. SHAW: Elektroenzephalographie
G.Fischer Verlag, Stuttgart, 1974
2. JASPER H.: The ten-twenty electrode system of the International Federation.
Electroenceph. clin. Neurophysiol. Vol. 10, 1958
3. KUGLER J.: EEG in Klinik und Praxis
G. Thieme Verlag Stuttgart, 1966
4. HECTOR M.L.: Elektroenzephalographie Aufnahmetechnik und Gerätekunde
G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1979
5. FRIEDEL BR.: Seminar über das EEG mit EEG-Atlas v. Seminare für die ärztliche Fortbildung
Lehman Verlag, München, 1965
6. NIEBELUNG H.G.: Einführung in die Elektroenzephalographie
Barth. Verlag, Leipzig, 1968

7. CHRISTIAN W.: Klinische Elektroenzephalographie
G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1975
8. GIBBS F.A., Elektroenzephalographie
GIBBS E.L.: Klinische Erfahrungen und Möglichkeiten und
Grenzen Stuttgart, 1971
9. SIMON O.: Elektroencephalogramm
Urban u. Schwarzenbeck Verlag
München, 1977
10. NEUNDÖRFER B.: EEG-Fibel
G. Thieme Verlag
Stuttgart, 1975
11. LANG W.: EEG-alpha-Feedback-Training
Untersuchung bei Kopfschmerzpatienten u.
Gesunden Inaugural-Dissertation, Universität
Zürich, 1977
12. GEIKLER M., NIEBELING H.G.: Zur Problematik der
Hyperventilation in der EEG-Diagnostik
Aus der Neurochirurg. Uni-Klinik Leipzig
Beitr. Neurochir. H. 15 (1968), 92-96
13. MORGAN P., WARDB.: Hyperventilation and changes in the
electroencephalogram and elektroretinogram.

14. EFRON R., KENT D.: Chronic Respiratory Acidosis Due to Brain Disease.
15. GÄNSHIRT H., VETTER K.: Schläfelektroencephalogramm und Schlaf-Wachperiodik bei Epilepsien.
Nervenarzt 32,1961
16. ENGEL G.L., FERRIS E.B. und LOGAN M.: Hyperventilation: Analysis of clinical Symptomatology.
27,(1947), 683-704
17. FRÖSCHER W., STEFAN H.: Aktivierung epilepsietypischer Potentiale im EEG.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 48 (1980) 648-659
18. WEIMANN G. und KORSCHINSKY H.: Durchführung und Bewertung des Hyperventilationsversuchs.
Med. Klin. 65 (1970) 65-62
19. GROETHUYSEN A.: EEG-Untersuchungen zur Frage der Wertigkeit von Hyperventilationsbefunden.
Diss. München 1980
20. HÖLLER L. und REIMER E.: Über den Informationswert einer vierten und fünften Hyperventilationsminute.
Das EEG-Labor 3 (1979), 154-162

Lebenslauf

Am 30. August 1950 wurde ich als zweites Kind des Gymnasialdirektors Emmanuel Bachlitzanakis und seiner Ehefrau Irene, geb. Davrados, in Piräus/Griechenland geboren.

Nach sechs Jahren Volksschulzeit besuchte ich sechs Jahre lang das private humanistische Gymnasium meines Vaters und bestand dort im Juni 1968 das Abitur. Während meiner Gymnasialzeit lernte ich in Abendkursen beim Goethe-Institut in Piräus die deutsche Sprache.

Anfang 1969 kam ich nach München, wo ich von April 1969 bis März 1970 das Studienkolleg der Hochschulen Münchens besuchte. Nach der Abschlußprüfung bekam ich die Zulassung zum Medzinstudium.

Mit dem Sommersemester 1970 begann ich das Studium der Medizin an der Ludwigs-Maximilians-Universität in München. Im SS 1971 bestand ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im SS 1974 die ärztliche Vorprüfung. Am 7. März 1978 schloß ich das Staatsexamen und das Studium ab.

Von Mai 1978 bis Juli 1978 leistete ich drei Monate von der MA-Zeit im Krankenhaus München-Schwabing in der I. Medizinischen Abteilung.

Von März 1979 bis Mai 1981 leistete ich meinen Militärdienst bei der griechischen Marine ab.

Von September 1981 bis Juni 1982 arbeitete ich als Medizinalassistent im Krankenhaus München-Schwabing.

Am 4. Juni 1982 erhielt ich die Approbation als Arzt.

Bei Herrn Prof. Dr. med. A. Schrader möchte ich mich für die Überlassung des Themas und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes besonders bedanken.

Herrn Oberarzt Dr. med. A. Ross danke ich ganz herzlich für die immer sehr freundliche und hilfreiche fachliche Betreuung.

Für die technische Unterstützung danke ich Frau Geipel.

Außerdem möchte ich mich bei allen Versuchspersonen bedanken, die sich trotz anfänglichen Bedenkens zur Verfügung gestellt haben.

